

京都大学 学生員 ○鈴木 辰彦 寺澤 広基
 (株)四国総合研究所 正会員 廣瀬 誠
 京都大学 正会員 服部 篤史 石川 敏之 河野 広隆

1.はじめに

本研究では、磁気法を用いた ASR による劣化の進行したコンクリート構造物の隅角部における鉄筋破断の片面診断について、複数本の対象鉄筋に対して行う場合でも適用可能な診断指標の検討、および簡易な着磁・測定手法を検討した。

2.実験概要

2.1 想定事例に基づく配筋モデル

図 1 に示すように、T型橋脚上に桁が存在し、対象鉄筋が複数ある状況を想定し、報告の多いスターラップの曲げ加工部での鉄筋破断を対象とした。

実験ではスターラップ正面の左から鉄筋 1、2、3 を 3 本平行に並べたモデルを用いた。主鉄筋、スターラップの径はそれぞれ D32、D16、長さは端部の影響が小さくなるようそれぞれ 1500 mm、1800 mmとした。スターラップは中央で冷間曲げ(2φ以上)し、破断鉄筋は帯のこで曲げ部を 45 度で切断することで再現した。

2.2 実験要因

健全鉄筋 2 本(鉄筋 1、鉄筋 3)に挟まれた鉄筋 2 の破断の有無、着磁終了位置、ピッチ、および主鉄筋の有無とし、以下の値とした。

- ・ ピッチ(mm) : 200、300、100
- ・ 着磁終了位置(mm) : x=500、300、100、-100

2.3 片面診断の手法

着磁・測定を行ったコンクリートかぶり面は、いずれも対象鉄筋から 75 mm離れた xy 平面とした。

着磁は、図 1 に示す x、y 座標軸において、鉄筋 1(y=0 mm)に対して x=-100 mm～着磁終了位置の区間で磁石ユニットを 1.5 往復させ、着磁終了位置で鉄筋から離れた。これを鉄筋 2、鉄筋 3 に対しても、さらに隣に鉄筋が存在することを想定し鉄筋 3 から右に 300 mm離れた y 位置においても同様の着磁(整磁)を行った(図 2(a))。着磁終了位置 x=-100 mmの場合は、鉄筋 1 の

隅角部直上から整磁位置まで磁石ユニットを片道方向にスライドさせ 3 本の鉄筋をまとめて着磁した。これを y 方向着磁と呼ぶ(図 2(b))。

測定は、3 本の鉄筋直上と主鉄筋直上付近(x=0 mm)の計 4 線で xy 平面に垂直な磁束密度について磁気計測ユニットを用いて行った。

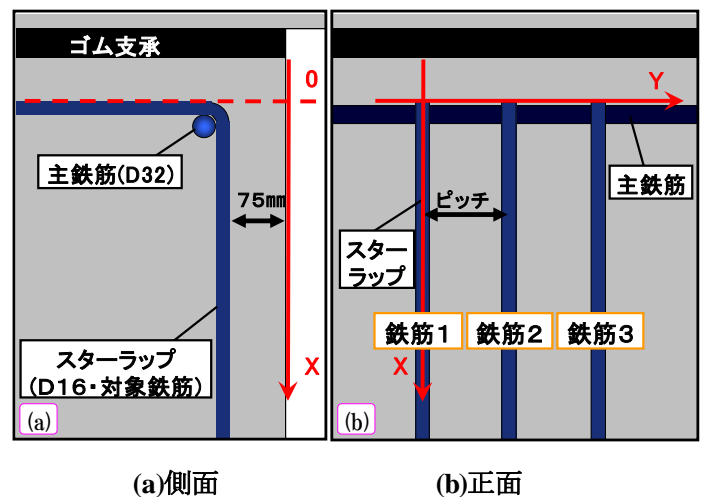
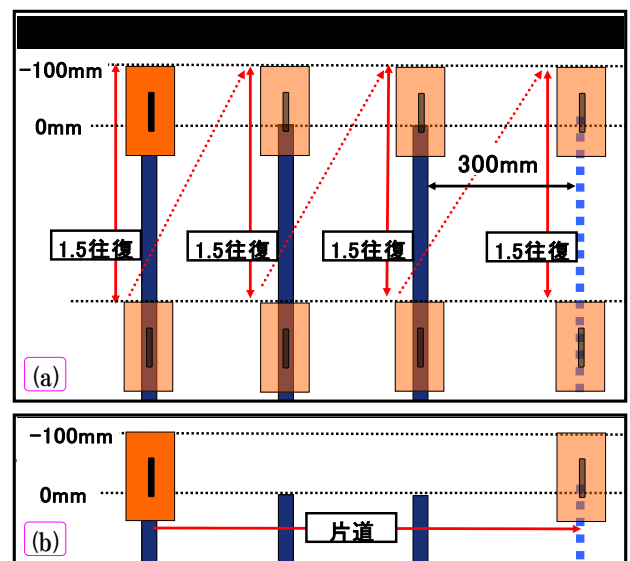


図 1 想定事例に基づく配筋モデル



(a) 通常着磁 (b)y 方向着磁

図 2 着磁方法

3.実験結果および考察

3.1 診断指標

ピーク値(μT)、0点補正ピーク値(μT)および区間平均変化率極小値(以下、変化率極小値)($\mu T/mm$)を用いた。図3に測定結果の一例と、これらの診断指標を示す。変化率極小値とは、測定磁束密度の傾きの極小値である。

y方向着磁では測定磁束密度の傾向が異なり先述の3つの診断指標が適用できないため、別に極大値(μT)、極大値位置(mm)および500磁束密度(μT)という3つの診断指標で評価した。図4にy方向着磁の測定結果の一例と、これらの診断指標を示す。500磁束密度とは、破断の場合は、極大値からx=500mm付近にかけて、健全時よりも大きく低下する傾向があったため定義した、x=500mmでの測定磁束密度である。

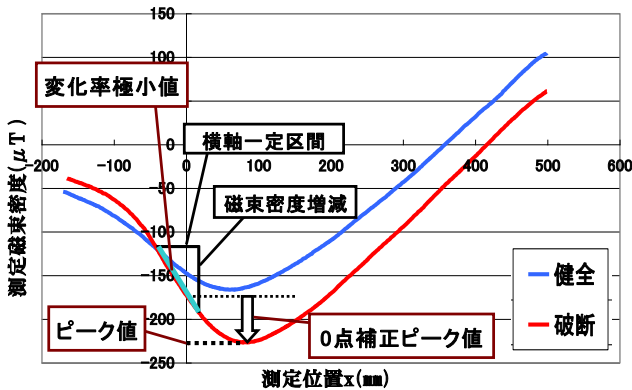


図3 ピーク値、0点補正ピーク位置、変化率極小値

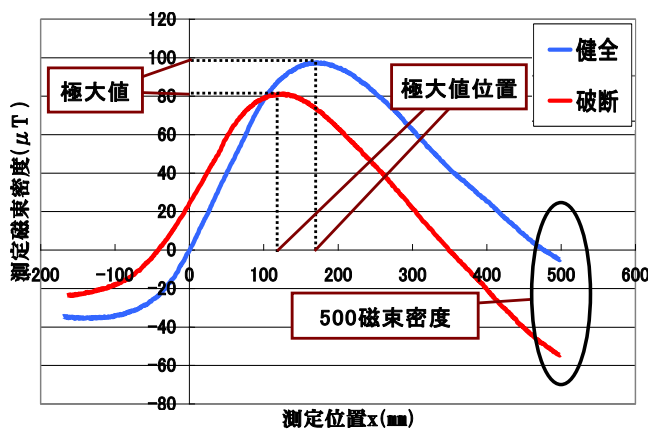


図4 極大値、極大値位置、500磁束密度(y方向着磁)

3.2 着磁終了位置と各診断指標の適用性

表1に、主鉄筋有、ピッチ200mmでの各診断指標の適用性を、破断により健全の平均値から標準偏差の何倍離れた値になるかにより評価した結果を示す。

表1 着磁終了位置と各診断指標の適用性

(主鉄筋有、ピッチ200mm)

	ピーク値	0点補正ピーク値	変化率極小値	
着磁終了位置 x=500mm	○	◎	◎	優れている ◎
着磁終了位置 x=300mm	△	◎	◎	まずまず良好 ○
着磁終了位置 x=100mm	×	◎	△	良好ではない △
	極大値	極大値位置	500磁束密度	問題あり ×
着磁終了位置 x=-100mm	×	△	○	

ピーク値、変化率極小値は着磁終了位置の減少に伴い、破断検出が難しくなり、x=100mmでは困難になった。補正ピーク値は着磁終了位置をx=100mmまで減らして検出が可能であった。

3.3 ピッチと各診断指標の適用性

表2、3に主鉄筋有、着磁終了位置x=500mmの着磁と、y方向に着磁での各診断指標の適用性を示す。

表2 ピッチと各診断指標の適用性

(主鉄筋有、着磁終了位置x=500mm)

	ピーク値	0点補正ピーク値	変化率極小値	
ピッチ100mm	×	○	×	優れている ◎
ピッチ200mm	○	◎	◎	まずまず良好 ○
ピッチ300mm	×	×	×	良好ではない △
				問題あり ×

表3 ピッチと各診断指標の適用性(y方向着磁)

(主鉄筋有、着磁終了位置x=-100mm)

	極大値	極大値位置	500磁束密度	
ピッチ100mm	×	◎	○	優れている ◎
ピッチ200mm	×	△	○	まずまず良好 ○
ピッチ300mm	×	△	◎	良好ではない △
				問題あり ×

ピッチ200mmであればピーク値、0点補正ピーク値、変化率極小値を用いて破断の検出が可能であるが、100mmまで狭くする、または300mmまで広くすると困難になった。

y方向着磁では、極大値を用いた検出は困難であったが、極大値位置、500磁束密度では検出の可能性があった。特に500磁束密度はピッチの影響は小さく適用性が高かった。

4.結論

(1)着磁終了位置、ピッチおよび主鉄筋の有無の影響を受けるものの、全般的には通常着磁では一本の場合にも適用性が高かった0点補正ピーク値が、y方向着磁では500磁束密度が、それぞれ適用性が高い。

(2)複数本鉄筋に対する診断の簡易化のために着磁区間の短縮可能程度を明らかにするとともに、新たな診断指標である500磁束密度によるy方向着磁の可能性を示した。